

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-308942

(43)公開日 平成10年(1998)11月17日

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

H04N 7/24

H04N 7/13

Z

5/92

5/92

H

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全21頁)

(21)出願番号 特願平9-114812

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

(22)出願日 平成9年(1997)5月2日

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 五十崎 正明

東京都品川区北品川6丁目7番35号

ソニー株式会社内

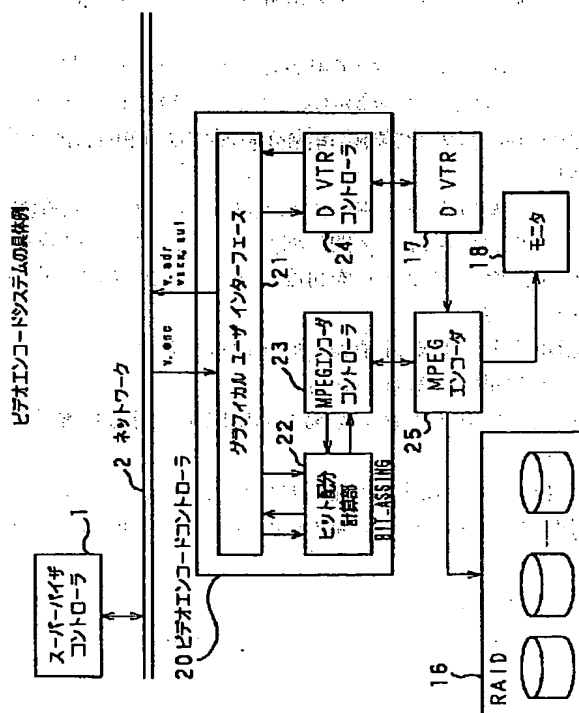
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 画像符号化方法及び装置並びに記録媒体並びに画像伝送方法

(57)【要約】

【課題】 高ビットレート条件下では、デコードバッファ制限による余り量が多くなるが、この余り量を再配分するサイクルにおいて、再配分前にすでに上記バッファ制限が施されたGOPに再び、余り量が配分されると、サイクルが収束しないことになる。

【解決手段】 ビット配分計算部22は、ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量と、符号化処理の難易度を示す符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算する。MPEGエンコーダコントローラ23は、計算された配分ビット量の総和と目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するために上記ビット配分計算部22を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量を計算する工程と、

上記符号化処理のための難易度を検出する符号化難易度検出工程と、

上記目標ビット総量と上記符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算工程と、

上記ビット配分計算工程で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するビット再配分工程とを備え、

少なくとも上記ビット配分工程での上記ビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 2】 上記ビット配分計算工程でデコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、上記ビット再配分工程は上記余りビット量を再配分することを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化方法。

【請求項 3】 上記ビット再配分工程は、上記ビデオ情報に 1 サイクルあたりに再配分する余りビット量に上限を設けることを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化方法。

【請求項 4】 ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量を計算する工程と、

上記符号化処理のための難易度を検出する符号化難易度検出工程と、

上記目標ビット総量と上記符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算工程と、

上記ビット配分計算工程で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するビット再配分工程とを備え、

上記ビット配分計算工程で上記デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、上記ビット再配分工程は上記余りビット量を再配分することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 5】 ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量を計算する工程と、

上記符号化処理のための難易度を検出する符号化難易度検出工程と、

上記目標ビット総量と上記符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算工程と、

上記ビット配分計算工程で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するビット再配分工程とを備え、

上記ビット再配分工程は、上記ビデオ情報に再配分する 1 サイクル当たりの余りビット量に上限を設けることを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 6】 ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量と、符号化処理の難易度を示す符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算手段と、

上記ビット配分計算手段で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するために上記ビット配分計算手段を制御する制御手段とを備え、

上記制御手段は、上記ビット配分計算手段での上記ビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 7】 上記ビット配分計算手段は、上記制御手段の制御により、デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、上記余りビット量を再配分することを特徴とする請求項 6 記載の画像符号化装置。

【請求項 8】 上記ビット配分計算手段は、上記制御手段の制御により、上記ビデオ情報に 1 サイクルあたりに再配分する余りビット量に上限を設けることを特徴とする請求項 6 記載の画像符号化装置。

【請求項 9】 ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量と、符号化処理の難易度を示す符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算手段と、

上記ビット配分計算手段で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するために上記ビット配分計算手段を制御する制御手段とを備え、

上記ビット配分計算手段は、上記制御手段の制御により、デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、上記余りビット量を再配分することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 10】 ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量と、符号化処理の難易度を示す符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算手段と、

上記ビット配分計算手段で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するために上記ビット配分計算手段を制御する制御手段とを備え、

上記ビット配分計算手段は、上記制御手段の制御により、上記ビデオ情報に 1 サイクルあたりに再配分する余りビット量に上限を設けることを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 11】 目標ビット総量と符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を、予め許容されて

いる符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係により適応的に計算し、計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められた余りビット量を上記ビデオ情報に再配分して得られたビデオデータを記録していることを特徴とする記録媒体。

【請求項12】デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、上記余りビット量が再配分されていることを特徴とする請求項11記載の記録媒体。

【請求項13】1サイクルあたりに上記ビデオ情報に再配分される余りビット量には上限が設けられることを特徴とする請求項11記載の記録媒体。

【請求項14】ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量を計算する工程と、

上記符号化処理のための難易度を検出する符号化難易度検出工程と、

上記目標ビット総量と上記符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算工程と、

上記ビット配分計算工程で計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するビット再配分工程とを備え、

少なくとも上記ビット配分工程での上記ビデオ情報に対するビット配分処理を予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御してから得られたビデオデータを伝送することを特徴とする画像伝送方法。

【請求項15】上記ビット配分計算工程でデコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、上記ビット再配分工程は上記余りビット量を再配分することを特徴とする請求項14記載の画像伝送方法。

【請求項16】上記ビット再配分工程は、上記ビデオ情報に1サイクルあたりに再配分する余りビット量に上限を設けることを特徴とする請求項14記載の画像伝送方法。

【発明の詳細な説明】の要約

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2パスエンコーディング方法を採用してビデオ素材のビデオ情報に符号化処理を施す画像符号化方法及び装置並びに記録媒体並びに画像伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ビデオ情報をデジタルビデオディスク(Digital Video Disk: DVD)やビデオCDのようなパッケージメディアに蓄積する際、上記ビデオ情報に圧縮符号化処理を施すエンコードシステムでは、最初に素材の画像の符号化難易度(Difficulty)を測定し、その符号化難易度を元に、パッケージメディアの記録容量内で与えられるバイト数に収まるように、各ビデオ情報のフレームごとにビット配分(以下、Bit assign)処理を

行ってエンコードするという方法が一般に採用されている。以下、このエンコード方法を2パスエンコーディング方法という。

【0003】例えば、上記デジタルビデオディスク用に、上記2パスエンコーディング方法を採用して、ビデオ情報を圧縮符号化するビデオエンコードシステムの具体例を図23に示す。

【0004】図23において、ビデオエンコードの制御を行うビデオエンコードコントローラ10は、システム全体を管理するスーパーバイザコントローラ1に、ネットワーク2を介して接続されている。

【0005】スーパーバイザコントローラ1はオペレーティングシステムを構成するプログラムの内、特にシステム全体の動きを監視し、効率的に制御するプログラムであるスーパーバイザを実行するコントローラである。このビデオエンコードシステムにおいてはDVDのオーサリングシステム全体の管理を行い、ビデオ、オーディオ、字幕やメニューといった各エンコードシステムにエンコード条件を与え、エンコード結果の報告を受ける。

【0006】このビデオエンコードシステムの具体例に対しては、例えばv.enc というファイルによってビデオエンコード条件を指定している。そして、ビデオエンコードコントローラ10側からは、エンコード結果のビットストリームがハードディスクドライブ(HDD)等を複数並列に接続して記録容量と転送速度性能を向上させたRAID16(Redundant Arrays of Inexpensive Disks)上に書き込まれたアドレスv.adrと、エンコード結果のビットストリームがオーディオや字幕、メニュー等のサブピクチャとマルチプレックスされる際に必要とされるデータ(vxxx.aui)を報告している。

【0007】ビデオエンコードコントローラ10は、グラフィカルユーザインターフェース(Graphical User Interface: GUI)11と、後述するビット配分計算処理プログラム(Bit Assign)を格納しているビット配分計算部12と、このビット配分計算部12内部のビット配分計算処理プログラムを実行するMPEGエンコードコントローラ13と、デジタルVTRコントローラ14とを備えている。

【0008】ユーザは、グラフィカルユーザインターフェース11を用い、ビット配分計算部12の上記プログラムと、MPEGエンコードコントローラ13の3つのプログラムを管理することができる。また、DVTRコントローラ14も管理できる。

【0009】MPEGエンコードコントローラ13は、上記ビット配分計算部12内部の上記ビット配分計算処理プログラムを実行すると共に、MPEGエンコード15を制御する。また、DVTRコントローラ14はDVTR17を制御する。このDVTR17はMPEGエンコード15に接続しており、MPEGエンコード15はエンコードした結果を表示するためにモニタ18に接続

している。さらに、MPEGエンコーダ15は、エンコード結果を記録するために上記RAID16にも接続している。

【0010】MPEGエンコーダ15では、動き補償予測による時間方向の冗長度の除去を行っている。また、MPEGエンコーダ15では、フレーム内だけで符号化されるフレーム内符号化画像をIピクチャ (Intra Coded)、過去の画面から現在を予測することによって符号化されるフレーム間順方向予測符号化画像をPピクチャ (Predictive Coded)、過去、未来の両方向の画像から現在を予測することによって符号化される双方向予測符号化画像をBピクチャ (Bidirectionally Predictive Coded) を用いて、ビデオ情報を圧縮符号化している。ここでは、必ずIピクチャを1つ含むピクチャのまとまりを図24に示すようなGOP (Group of Pictures) としている。この図24において、GOPのフレーム数Nは15であり、表示順のGOPの先頭は、Iピクチャの前で、P又はIピクチャの次のBピクチャである。GOPの最後は、次のIピクチャの前の最初のPピクチャである。

【0011】このビデオエンコードシステムの動作について図25のフローチャートを参照して説明する。先ず、ステップS1で、スーパーバイザコントローラ1からネットワーク2経由でビデオに割り当てるビット総量や最大レートなどのエンコード条件v.encが与えられ、MPEGエンコーダコントローラ13はこのエンコード条件を設定する。その後、ステップS2でMPEGエンコーダコントローラ13がMPEGエンコーダ25を使ってエンコード素材の符号化難易度 (Difficulty) を測定する。ここでは、各画素のDC値や動きベクトル量MEも読んでおく。そして、これらの測定結果により、ファイルを作成しておく。

【0012】実際のDifficultyの測定は以下のように行う。エンコード素材となるビデオ情報はD-VTR17によってマスターテープであるディジタルビデオカセットから再生される。MPEGエンコードコントローラ13は、MPEGエンコーダ15を介して、D-VTR17によって再生されたビデオ情報の符号化難易度を測定する。

【0013】ここでは、符号化の際に量子化ステップ数を固定値に設定した条件で発生ビット量を測定する。動きが多く、高い周波数成分が大きい画像では発生ビット量が大きくなり、静止画や平坦な部分が多い画像では発生ビット量が少なくなる。この発生ビット量の大きさを上記符号化難易度としている。

【0014】次に、ステップS3では、ステップS1で設定されたエンコード条件を元に、ステップS2で測定された各ピクチャの符号化難易度の大きさに応じて、MPEGエンコードコントローラ13がビット配分計算部12内部の計算プログラム (BIT_ASSIGN) を実行し、

割り当てビット量 (ターゲット量 :target) の配分計算を行う。

【0015】そして、このステップS3でのビット配分計算による結果を使ってエンコードを実行するかどうかをMPEGエンコーダ15に内蔵されているローカルデコード出力の画質によってユーザに判断させる。

【0016】実際には、ステップS4で、上記ビット配分によるビットストリームをRAID16に出力しないで、任意の処理範囲を指定できるプレビューモード (Preview) を行って、ユーザが画質をチェックする。

【0017】ステップS5の画質評価で画質に問題がない場合にはステップS6に進み、MPEGエンコーダ15によるエンコード処理を実行するが、画質に問題がある場合には、ステップS8に進み、問題のある部分のレートを上げるとか、フィルターレベルを調整するといった画質調整のためのカスタマイズ作業を行ってから、ステップS9でビット配分再計算を実行する。

【0018】その後、ステップS4に戻り、カスタマイズした部分をプレビューして、ステップS5で画質を確認し、すべての部分が良ければステップS6に進み、全体のエンコードをMPEGエンコーダ15に実行させる。エンコード結果であるビットストリームは、ステップS7でSCSI (Small Computer System Interface) 経由で直接、RAID16に書き込まれる。

【0019】ステップS6でのエンコード後、ビデオエンコードコントローラ10は上述したようなエンコード結果情報をネットワーク経由でスーパーバイザコントローラ1に報告する。

【0020】この図25のフローチャートにおいて、ステップS2、ステップS4及びステップS6を除いた各ステップの処理はオフライン処理を意味している。以下、特に、ステップS3でMPEGエンコードコントローラ13によって実行されるビット配分計算部12内部のビット配分計算について図26を用いて概略的に説明する。

【0021】先ず、ディスク容量の中からビデオに割り当てられたビット総量 (QTY_BYTES) と、最大ビットレート (MAXRATE) がスーパーバイザコントローラ1から指定される。これに対して、MPEGエンコードコントローラ13は、上記ビット配分計算部12内部のビット配分計算プログラムを実行し、最大ビットレート (MAXRATE) 以下になるように制限を加えた総ビット数 (USB_BYTES) を求め、この値からGOPのヘッダ (GOP header) に必要なビット数 (TOTAL_HEADER) を引いた値と、全体のフレーム総数からターゲット数の総和の目標値となるSUPPLY_BYTESを算出する。

【0022】そして、このSUPPLY_BYTESの大きさに収まるように各ピクチャへの割り当てビット量 (ターゲット量 :target) を配分する。全てのピクチャへの割り当てビット量の総和を TARGET_BYTES とすると、SUPPLY_BY

7

ES から TARGET_BYTES を引いた値がビット配分での余り量 (REMAIN_BYTES) となる。

【0023】このステップS3でのビット配分計算処理を詳細に示したのが図27のフローチャートである。ここでは、ビット配分する計算例として、先ずGOP単位にビット量を配分し、その後、各GOP内で各ピクチャー

$$USB_BYTES = \min (QTY_BYTES, MAXRATE \times KT \times total_frame_number)$$

のように求める。

【0025】ここで、NTSCの場合、 $KT=1/8(bits)/30(Hz)$ 、PALの場合 $1/8(bits)/25(Hz)$ である。また、total_frame_number はエンコードする素材のフレーム総数、mi

$$SUPPLY_BYTES = USB_BYTES - TOTAL_HEADER$$

のように求める。

【0027】次に、ステップS12で上記図25のステップS2の符号化難易度 (Difficulty) の測定で作成された測定ファイルをそのまま読み込み、符号化難易度の測定の際に、併せて測定された各画像のD-C値や動きベクトル量MEの大きさのパラメータの変化量から、ステップS13でシーンが変化するポイントを見つける。

【0028】このステップS13でのシーンチェンジ検出/処理は、本件出願人が既に特願平8-274094号明細書及び図面に開示した「映像信号処理装置」に応じてシーンチェンジ点を検出する処理である。

【0029】この「映像信号処理装置」は、映像信号の各フレームの直流レベルを検出し、この直流レベルを曲線近似して得られる誤差値より、上記映像信号のシーンチェンジのフレームを検出して、シーンチェンジ点を明らかにする。

【0030】そして、シーンがチェンジしたとして検出したポイントは、PピクチャーをIピクチャーに変更して、画質改善を計る。

【0031】このステップS13では、チャプター (CHAPTER) 境界処理も行。DVD再生装置でのチャプターサーチ時には、特定されないピクチャーからジャンプして行くことになるが、その場合でも再生画像の乱れがないようにするため、チャプターの位置が必ずGOPの

$$DIFFICULTY_SUM = \sum difficulty$$

として求めている。

【0036】図28において、GOP_TARGETの最小値を次

$$B = GOP_MINBYTES$$

とする。

【0037】すると、ステップS18で、GOP単位のビット配分関数の算出を、

$$\Sigma y = A \times \Sigma x + B \times n$$

により行う。ここで、 $\Sigma y = SUPPLY_BYTES$ 、 $\Sigma x = DIF$

$$GOP_TARGET = A \times GOP_DIFF + B$$

と表せる。

【0039】その後、ステップS20で、各GOP内で各ピクチャーの符号化難易度 (Difficulty) に応じたピ

8

一の符号化難易度に応じたビット配分を行うとする。

【0024】先ずステップS11では、上述したように、最大ビットレート以下になるように制限を加えた総ビット数USB_BYTESを、スーパーバイザコントローラ1から与えられたビット総量QTY_BYTESと、最大ビットレートMAXRATEを使って、

(1)

$n(s,t)$ はs,tの内で小さい方を選択する関数である。

【0026】また、SUPPLY_BYTESは、上記(1)式で求めたUSB_BYTESからGOPのヘッダに必要なビット数TOTAL_HEADERを引いて、

(2)

先頭になるようにピクチャータイプを変更したり、GOP長を制限する。

【0032】このようなステップS12、ステップS13での一連の作業の結果、ピクチャータイプ (I, P, Bピクチャー) の変更処理が実行されると、符号化難易度 (Difficulty) 測定時のピクチャータイプが変更される

ため、ステップS14～ステップS15で変更後のピクチャータイプに合わせた符号化難易度の値に補間/補正

する。ステップS14～ステップS15での符号化難易度の補間/補正によって得られた符号化難易度と、全体に与えられたビット数 (SUPPLY_BYTES) に応じて、ステップS16～ステップS20で各ピクチャーごとのターゲットビット数を計算する。

【0033】具体的には、ステップS16で各GOP毎の符号化難易度の和であるGOP_DIFFを算出し、ステップS17～ステップS19により、エンコードする際のGOP単位のビット割り当て量 (GOP_TARGET) を配分する。

【0034】図28は、GOP_DIFFとGOP_TARGETとを交換するもっとも簡単な関数を示す図であり、縦軸YをGOP_TARGET、横軸XをGOP_DIFFとして、 $Y=AX+B$ という評価関数を表している。

【0035】なお、ステップS17では、全てのピクチャーの符号化難易度 (Difficulty) の総和を、

(3)

の(4)式のように、

(4)

DIFFICULTY_SUM、nはGOPの総数である。

【0038】よって $A = (SUPPLY_BYTES - B \times n) / DIFFICULTY_SUM$ となる。すると、各GOP毎のターゲット量は、ステップS19で、

(5)

ット配分を行う。GOP内での各ピクチャーの配分は符号化難易度の大きさに比例させた場合には、以下の

(6)式で求められる。

50

【0040】

$$\text{target}(k) = \text{GOP_TARGET} \times \text{diffuculty}(k) / \text{GOP_DIFF} \quad \dots (6)$$

(1 ≤ k ≤ GOP 内の picture 数)

ここで、上記ビデオ素材の中に極端に難しい (gob_diff が大きい) ピクチャがあると、非常に大きい gob_target 量となってしまう、システムで許容されている最大レートを超えてしまうため、図 28 に示すように、GOP_MAXBYTES といった固定量でリミッタをかけることが必要である。また、最小のターゲット量も GOP_MINBYTES で制限される。

【0041】次に、ステップ S 21 でデコード時の仮想デコード時のバッファ残量 VB V (Video buffering verifier) の計算を行う。MPEG ビデオのエンコード時

$$\text{OCCUPANCY_UP}(0) = \text{VBVMAX} * 2/3$$

また、k 番目のピクチャーのターゲット量を target(k) とすると、ピクチャーにビットを吐き出したあとのバッファ残量 OCCUPANCY_DOWN(k) は次の (8) 式で表され

$$\text{OCCUPANCY_DOWN}(k) = \text{OCCUPANCY_UP}(k) - \text{target}(k) \quad \dots (8)$$

このバッファには、ビデオのデータ量に応じたビットレート of データ量 (SYSTEM_SUPPLY) が蓄積される。すると、供給後のバッファ残量 OCCUPANCY_UP(k+1) は次の

$$\text{OCCUPANCY_UP}(k+1) = \text{OCCUPANCY_DOWN}(k) + \text{SYSTEM_SUPPLY} \quad \dots (9)$$

図 29 において、OCCUPANCY_UP はグラフ上の各ピクチャーの上側のポイント、OCCUPANCY_DOWN はグラフ上の各ピクチャーの下側のポイントの意味している。供給後のバッファ残量は、図 29 の図中の右上に上がる量に相当する。供給されるビットレートが大きいほど傾きは大きくなり、バッファにデータがたまりやすくなる。

【0047】バッファがいっぱいになった場合には、バッファへの供給がストップするため、バッファのオーバーフローに関しては考慮する必要はない。このこと

$$\text{SYSTEM_SUPPLY} = \text{MAXRATE}(\text{bps}) * \text{KT}$$

のように求める。

【0050】図 30 に GOP 単位でのターゲットビット配分計算をおこなった例を示す。図 30 の (A) は評価関数と GOP_MAXRATE 制限を考慮して求めたターゲット量に対して上記 VB V バッファ計算をおこなった場合である。ここで、図 30 の (A) に示す [1], [4], [7] のピクチャーでは、VB V バッファの下限である VBVMIN の値を下回っている。

$$\text{target_adj_rate} = (\text{VBVSTART} - \text{VBVMIN}) / (\text{VBVSTART} - \text{Occ_min})$$

そして、GOP 内の各ターゲットに対して、

$$\text{target} = \text{target} * \text{target_adj_rate}$$

とすることで GOP 単位での調整を行う。

【0053】すなわち、ステップ S 20 及びステップ S 21 を通して、与えられたターゲットビット量は、GOP_MAXBYTES 制限や、VBV のバッファ制限を守るように配分しなくてはならないため、単純に評価関数で求めたターゲット量よりも削減しなくてはならない場合が生じて

には、仮想デコードのバッファ残量を考慮しながらビット配分することが義務付けられている。

【0042】この仮想バッファ残量の計算方法について図 29 を参照しながら説明する。DVD のバッファサイズ VBVMAX (1.75Mbits) に対して、k 番目のピクチャーのバッファのスタート点の残量を Occupancy_up(k) とする。

【0043】最初の OCCUPANCY_UP(0) は次の (7) 式に示すように、固定値 (この例では VBVMAX * 2/3) からスタートする。

$$\text{OCCUPANCY_UP}(0) = \text{VBVMAX} * 2/3 \quad \dots (7)$$

【0045】図 29 の (B) のように、供給後のバッファ残量は、図 29 の図中の右上に上がる量に相当する。

【0046】図 29 の (C) のように、供給後のバッファ残量は、図 29 の図中の右上に上がる量に相当する。供給されるビットレートが大きいほど傾きは大きくなり、バッファにデータがたまりやすくなる。

【0048】逆に、各ピクチャーのデータ量が大きいと、バッファにたまったデータは減少する。このバッファ残量が一定値以下にならないようにターゲットビット量を計算する。

【0049】なお、ビデオのデータ量に応じたビットレートでの SYSTEM_SUPPLY は、

$$\text{SYSTEM_SUPPLY} = \text{MAXRATE}(\text{bps}) * \text{KT} \quad \dots (10)$$

【0051】そこで、図 27 のステップ S 22 で、VB V が VBVMIN を下回ったピクチャーを含む GOP のターゲット量を削減し、ターゲット量を修正する。GOP 内で VB V 制限を加える前のターゲット量で VB V 計算を実行したときの OCCUPANCY の最小値を Occ_min とすると調整量は以下の (11) 式であらわされる。

【0052】OCCUPANCY_MIN < VBVMIN の時、

$$\text{target_adj_rate} = (\text{VBVSTART} - \text{VBVMIN}) / (\text{VBVSTART} - \text{Occ_min}) \quad \dots (11)$$

【0054】そのため、上記各制限後のターゲット量の総和 (TARGET_BYTES) は、目標ビット総量 (SUPPLY_BYTES) に対して少なくなり、余り (REMAIN_BYTES) が発生してしまい、このため、上記ステップ S 22 でのターゲット量の修正処理が必要になる。余り量の算出は、ステップ S 23 で行われる。

【0055】通常は、ビット配分率を上げるために、ス

テップS24ではNOとなり、上記余り量を再度配分するというサイクルとなる。

【0056】この余り量を各GOPに再配分するため、ステップS27で用いる評価関数の例を図31及び図32に示す。特に、図32では、 $Y=QX+R$ という評価関数を用いている。Xはgop_diff、Yは各GOP単位に再配

$$D=(GOP_MAXBYTES-B)/A$$

$$R=-Q \times D$$

$$\Sigma y_i = Q \times (\Sigma x_i - D \times n)$$

となる。

【0058】ここで、 $x < D$ を満たすピクチャーの符号化難易度の総和をDIFFICULTY_SUM、ピクチャー数をpictu

$$Q=(REMAIN_BYTES)/(DIFFICULTY_SUM-D \times n)$$

となる。よって、ステップS19に戻り、求められる各GOPごとの余りのターゲット分配量は、

$$GOP_TARGET_ADD=Q \times GOP_diff+R$$

$$target_add(k)=GOP_TARGET_ADD \times difficulty(k)/GOP_diff$$

$$(1 \leq k \leq \text{GOP 内の picture 数}) \quad (1.6)$$

となる。

【0060】ステップS24で、余り量が一定量以下になったか、余り量の再配分のループが所定の回数を越えた場合には、ビット配分計算を打ち切り、ステップS25でエンコード結果のビットストリームをR.A.I.Dに書き込むアドレスの設定と、ステップS26でエンコード用コントロールファイルを出力する。このようにして作成されたコントロールファイルによるエンコード処理をおこなうことで、素材の画像の難しさ(符号化難易度)

$$AVERAGE_RATE=USB_BYTES/total_frame_number/KT \quad (1.7)$$

【0063】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記高ビットレート条件下では、VBV計算上でのSYSTEM_SUPPLY量に対して、target(k)が相対的に大きくなっていくため、図27のステップS22におけるVBVのバッファ制限に入る確率が大きくなっていく。それに従って、余り量も多くなる。この余り量を再配分するサイクルにおいて、図33のような再配分前にすでにVBVバッファ制限が施されたGOPに再び、余り量が図34のように配分されると、サイクルが収束しないことになる。同様のことが、最大レート制限が実行された範囲のピクチャーにもいえる。

【0064】また、余り量が特定のGOPに非常に多く再配分され、そのGOPが極めて大きいレートになってしまうと、その後のGOPがVBV制限を受けることになる。再配分前には、符号化難易度に応じたビット配分であったものが、このような処理によって、図35に示すように、逆転することが考えられ、結果的に画質劣化につながっていた。

【0065】本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、高ビットレート時のビット利用効率を上げることができ、かつ画質の改善を実現できる画像符号化方法

分されるターゲット量の変化量(GOP_TARGET_ADD)である。

【0057】この評価関数において、GOPの最大バイト数になる最小のgop_diffの値をDとすると、 $GOP_MAXBYTES=A \times D+B$ より、

$$\dots (1.2)$$

$$\dots (1.3)$$

$$\dots (1.4)$$

re_number' とすると、 $\Sigma y = REMAIN_BYTES$, $\Sigma x = DIFFICULTY_SUM$ ($x < D$), $n = picture_number'$ ($x < D$), Bより

$$\dots (1.5)$$

となる。

【0059】さらに、ステップS20でのGOP内の各ピクチャーの再ターゲットビットの分配量は、

$$\dots (1.6)$$

に応じた可変ビットレートエンコーディングが実行される。以上が2パス可変ビットレートエンコーディング方法の概要である。

【0061】次にこのシステムで高ビットレート条件(AVERAGE_RATEとMAXRATEに近い値)下でのビット配分計算を行うことを考える。ここで、AVERAGE_RATEは、次の

(1.7)式で示すように、エンコード時の平均ビットレートである。

$$\dots (1.7)$$

【0062】

及び装置並びに記録媒体及び画像伝送方法の提供を目的とする。

【0066】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像符号化方法は、上記課題を解決するために、少なくともビット配分工程でのビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御するので、余りビット量の発生を削減することができる。余りビット量が少なければ収束するまでのサイクルは少なくともすむことになる。

40. 【0067】また、本発明に係る画像符号化方法は、上記課題を解決するために、ビット配分計算工程でデコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、ビット再配分工程が余りビット量を再配分する。このため、デコードバッファ制限が施された区間には、余りビット量が再配分されることがなくなり、リサイクルループでの収束性が改善される。

【0068】また、本発明に係る画像符号化方法は、上記課題を解決するために、ビット再配分工程で上記ビデオ情報に再配分する1サイクル当たりの余りビット量に上限を設ける。このため、ビット配分量の調整幅が小さ

くなり、符号化難易度の小さいGOPにより多くのビットを再配分することがなくなる。

【0069】また、本発明に係る画像符号化装置は、上記課題を解決するために、制御手段に、ビット配分計算手段でのビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御させるので、余りビット量の発生を削減することができる。余りビット量が少なければ収束するまでのサイクルは少なくともすむことになる。

【0070】また、本発明に係る画像符号化装置では、上記課題を解決するために、制御手段の制御により、ビット配分計算手段が、デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、余りビット量を再配分する。このため、デコードバッファ制限が施された区間には、余りビット量が再配分されることがなくなり、リサイクルループでの収束性が改善される。

【0071】また、本発明に係る画像符号化装置では、上記課題を解決するために、制御手段の制御により、ビット配分計算手段が、ビデオ情報に1サイクル当たり再配分する余りビット量に上限を設ける。このため、ビット配分量の調整幅が小さくなり、符号化難易度の小さいGOPにより多くのビットを再配分することがなくなる。

【0072】また、本発明に係る記録媒体は、上記課題を解決するために、目標ビット総量と符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係により適応的に計算し、計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められた余りビット量を上記ビデオ情報に再配分したビデオデータを記録している。

【0073】また、本発明に係る画像伝送方法は、上記課題を解決するために、少なくともビット配分工程でのビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御してから得られたビデオデータを伝送する。

【0074】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る画像符号化方法及び装置の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0075】この実施の形態は、例えばデジタルビデオカセットテープに記録されたビデオ素材をデジタルビデオディスク (Digital Video Disk: DVD) 用に、2パスエンコーディング方法を採用してエンコードするためのビデオエンコードシステムであり、図1に示すような構成である。

【0076】このビデオエンコードシステムは、上記図23に示したビデオエンコードシステムと基本的に構成

を同じにしているが、ビデオエンコードコントローラ20内部のビット配分処理を従来と異ならせるように、構成を変えている。

【0077】図1において、このビデオエンコードシステムは、ビデオ情報に施す符号化処理のための目標ビット総量と、符号化処理の難易度を示す符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を計算するビット配分計算部22と、ビット配分計算部22で計算された配分ビット量の総和と上記目標ビット総量の差として求められる余りビット量を上記ビデオ情報に再配分するために上記ビット配分計算部22を制御するMPEGエンコードコントローラ23とを備えてなる。

【0078】そして、MPEGエンコードコントローラ23は、2パス可変ビットレートエンコーディングにおけるビット配分計算を、余り量を再配分するサイクル効率を改善することで、高ビットレート時のビット利用効率を上げるように実行する。

【0079】このビデオエンコードシステムにおいて、MPEGエンコードコントローラ23は、ビット配分計算部22にビット配分計算処理プログラム (BIT_ASSIGN) を実行させて上記ビット配分計算処理を行わせる。

【0080】MPEGエンコードコントローラ23によって制御されるビット配分計算部22が実行するビット配分計算処理を、上記図27を用いて説明する。

【0081】先ずステップS1-1では、上述したように、最大ビットレート以下になるように制限を加えた総ビット数USB_BYTESを、スーパーバイザコントローラ1から与えられたビット総量QTY_BYTESと、最大ビットレートMAXRATEを使って、上記(1)式のように求める。そして、目標ビット総量SUPPLY_BYTESをUSB_BYTESからGOPのヘッダに必要なビット数TOTAL_HEADERを引いて、上記(2)式のように求める。

【0082】次に、ステップS1-2～ステップS1-5により符号化難易度を検出する。ここでは、シーンチェンジ検出、チャプタ境界処理後に、符号化難易度を補間／補正している。

【0083】次に、ステップS1-6～ステップS2-0により、上記SUPPLY_BYTESと、上記符号化難易度に基づいてGOP内の各ピクチャに配分するビット量を計算する。この工程をビット配分計算工程とする。

【0084】次に、ステップS2-1～ステップS2-4、及びステップS2-7と、ステップS1-9及びステップS2-0で、上記ビット配分計算工程で計算された配分量の総和TARGET_BYTESと、上記目標ビット総量SUPPLY_BYTESの差として求められる余りビット量REMAIN_BYTESを上記GOP内の各ピクチャに再配分する。この工程をビット再配分工程とする。

【0085】そして、このビット配分計算部22は、上記ビット配分計算工程と、上記ビット再配分工程での上記ビデオ情報に対するビット配分処理を、MPEGエン

コードコントローラ 2.3 の制御に基づいて、予め許容されている符号化処理の平均レート AVERAGE_RATE と最大レート MAXRATE との関係に応じて適応的に換える。

【0086】 上述したように、高ビットレート条件下では、仮想デコーダの VBV 計算上での SYSTEM_SUPPLY 量に対して、target(k) が相対的に大きくなっていくため、上記図 2.7 のステップ S 2.2 における VBV のバッファ制限に入る確率が大きくなっていく。それに従って、余り量も多くなる。この余り量を再配分するサイクルにおいて、再配分前にすでに VBV のデコードバッファ制限が実行されたピクチャーに再び配分されると、サイクルが収束しないことになる。

【0087】 そこで、上記ビデオエンコードシステムでは、例えば図 2 に示すような GOP 1、GOP 2 の内、VBV 計算時に VBV バッファ制限が実行された GOP 2 の範囲のピクチャーに対して、図 3 に示すように再配分禁止区間を示す意味のフラグを立て、余りビット量の再配分の対象から除く。最大レート制限が実行された範囲のピクチャーに対しても同様の処理をおこなう。

【0088】 すなわち、図 2 において、GOP 2 は、最初のビット配分時に VBV 制限されたものとする。よって、この GOP は余りの再配分処理の対象から除外してリサイクル処理をおこなう。この場合の余りビット配分の評価関数の求め方は、上記 (12) 式～(16) 式において、 $x < D$ を満たし、かつ余りの再配分処理の対象となっているピクチャーの符号化難易度の総和を DIFFICULTY_SUM、ピクチャー数を picture_number と置きかえるだけでよい。また、余りビット配分の際にも、最大レート制

$$\text{REMAIN_BYTES} = \text{SUPPLY_BYTES} - \text{TARGET_BYTES} \quad (18)$$

となる。

【0094】 ここで、評価関数において、GOP の最大バイト数になる最小の gop_diff の値を D とし、 n' を gop_diff が D 未満で、かつ再配分が許可されている GOP の総数だとする。リサイクルするビット数を RECYCLE_BYTES としたとき、平均的に割り当てられた場合の GOP 配分

$$\text{RECYCLE_BYTES} = \text{MAXRATE} \times \text{KT/RT}$$

REMAIN_BYTES が MAXRATE(bps) \times KT/RT \times (n' 以下) の

$$\text{RECYCLE_BYTES} = \text{REMAIN_BYTES}$$

ここで、RT はリサイクル量を制限する定数で、この例では RT=10 とする。このようにリサイクル量を制限することの効果を図 5～図 7、及び図 8～図 9 を用いて説明する。

【0096】 図 5～図 7 はリサイクル量が制限されていない場合である。図 5 は余りビット配分前を示す。ここで、最初のビット配分時 (図 6) で、GOP 2 に VBV 制限が加わったとする。余り量の配分時に、GOP 1 に非常に多くのビット量を再配分したために、GOP 2 に再び VBV の制限が加わることとなる。その結果、図 7 に示すように、符号化難易度の小さい GOP 1 よりも GOP 2 のビット割り当て量の方が少ないという逆転現象

限、VBV 制限のチェックをおこない、制限された GOP についても同様に再配分の禁止フラグを立てる。このアルゴリズムを実行する処理により、余りのリサイクルループでの収束性が改善される。

【0089】 ここで、余りビット量を例えば図 3 に示した再配分禁止区間に配分しなくなると、再配分できる GOP の数が限られてくる。そうすると、1 GOP 当りに再配分されるビット量が非常に多くなることが想定できる。

【0090】 余りビット量の再配分では、符号化難易度が小さい GOP に、より多くのビットを再配分するため、たとえば静止画のように符号化難易度がかなり小さい GOP に非常に多く再配分され、極めて大きいレートになってしまう可能性がある。すると、上記図 3.5 に示したように、その後ろの GOP が VBV 制限を受けることになる。

【0091】 その結果、再配分前には、符号化難易度に応じたビット配分であったものが、このような処理によって逆転することがあり、最適なビット配分からずれが生じ、画質が劣化してしまう。

【0092】 そこで、この問題を軽減させるために、このビデオエンコードシステムでは、MPEG エンコードコントローラ 2.3 の制御により、1 サイクルあたりの余りビット配分のリサイクル量を制限する。

【0093】 余りビット数 (REMAIN_BYTES) は、図 4 に示すように、全てのピクチャーのターゲットの和を TARGET_BYTES とすると、

の増加量が、次の (19) 式及び (20) 式になるように、MAXRATE に対して一定値以下となるように制限する。

【0095】 REMAIN_BYTES が MAXRATE(bps) \times KT/RT \times (n' よりも大きい場合) の場合、

$$\text{REMAIN_BYTES} = \text{MAXRATE} \times \text{KT/RT} \times n' \quad (19)$$

$$\text{REMAIN_BYTES} = \text{REMAIN_BYTES} \quad (20)$$

が生じる。

【0097】 これに対し、図 8～図 10 はリサイクル量を制限した場合である。図 8 は余りビット配分前を示す。余り量の配分時に、GOP 1 に再配分したために、GOP 2 で再び VBV の制限が加わることがあり得るが、上記上限のない場合と比較して、制限による target の調整幅が小さく、逆転現象は生じない。この例では、図 9 に示すように、GOP 1 にも VBV の制限が加わるため、次のサイクルでは GOP 1 も再配分が許可されなくなるため、GOP 2 のターゲット量が図 10 に示すように、これ以上制限されることはない。これにより、2パスエンコーディングの考え方である、難し

い画像により多くのレートを提供するということが実現できるため、画質が向上する。

【0098】この様にリサイクル量を制限することは、高ビットレートの条件下では効果的であることがわかるが、一方、リサイクル量を制限することによって、余りビット量を減らすためのサイクルが増加してしまい、収束するまでの計算処理時間の増加を招くことがある。

【0099】図11～図14に従来方式の評価関数を用いた場合の、エンコードの目標とする平均レート(AVERAGE_RATE)と余り量の関係を示した。ここでは、V B Vによる制限はないものとし、GOP_MAXBYTESの制限だけを考える。図11及び図12に示すように、GOP_MAXBYTESを越えた部分は余りビット量となるため、評価関数でGOP_TARGETを越えるgop_diffの値が小さいほど余りビット量は少なくなる。

【0100】高ビットレートの条件下では、図13及び図14のように評価関数の傾きが大きくなるため余りビット量が増加する。そのため、余りビットをすべて再配分した場合の評価関数 $Y=(A+Q)X+(B+R)$ と $Y=AX+B$ の差が大きくなる。両者の差が大きいということは、非常に多くのビット量が再配分されるGOPが存在することになり、先に説明した逆転現象が発生しやすくなる。

【0101】そこで、AVERAGE_RATEとビデオシステムと

$$\text{SUPPLY_BYTES} = \text{USB_BYTES} - \text{TOTAL_HEADER}$$

$$\text{DIFFICULTY_SUM} = \sum \text{difficulty}$$

$$B = \text{GOP_MINBYTES}$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B \times n$$

ここで、 $\Sigma y = \text{SUPPLY_BYTES}$ 、 n はGOPの総数である。

$$A = (\text{SUPPLY_BYTES} - B \times n) / \Sigma \text{pow}(x, p)$$

となる。

$$\text{gop_target} = A \times \text{pow}(\text{gop_diff}, p) + B$$

である。

【0106】図15には上記(26)式で表される符号化難易度に対するターゲット量の特性を示す。図中、C1～C3は同じSUPPLY_BYTESとgop_diff(k)の場合にGOP_MINBYTESであるBを0.4k一定にし、pの値を変えた場合の評価関数の形を示している。

【0107】C1はpを0.8とした特性、C2はpを0.6と

$$m = \text{AVERAGE_RATE} / \text{MAXRATE}$$

とすると、pはmの関数として図16のように表される。

$$p = 0.8 \quad (0 \leq m < 0.5)$$

$$p = -1.2 \times m + 1.4 \quad (0.5 \leq m \leq 1)$$

となる。

【0109】また、評価関数によって、小さいgop_diffにより多くのターゲットを割り当てる方法として、評価関数の最小値 $B(= \text{GOP_MINBYTES})$ の値を適応的に大きくす

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B'$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p)$$

また、

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n$$

して制限される最大レート(MAXRATE)との関係に応じて適応的に評価関数を換え、余りビット量の発生を削減する。余りビット量が少なければ、収束するまでのサイクルは少なくて済むことになる。V B Vバッファ計算において、GOP単位に割り当てられるレートがMAXRATEを越えるとGOPのスタート点でのバッファ残量より、次のGOPのスタート点でのバッファ残量の方が少なくなる。V B Vバッファ残量がVBMINを下回れないため、連続的にGOP単位のレートがMAXRATEを越える確率は少なくなる。このことからAVERAGE_RATEとMAXRATEが近いような高いビットレートのエンコード条件では、V B Vバッファ制約から、GOP単位に割り当てられる最大レートがMAXRATEに対して大幅に上がることはなく、理想的なビット配分後には、全てのGOP単位のレートがMAXRATEの近辺に収束することになる。このことからは、評価関数は高ビットレートのエンコード条件では傾きを小さくすべきであることを示唆している。

【0102】そこで、適応型評価関数の例として、 $Y=A \times \text{pow}(x, p) + B$ を用いる。ここで、 $\text{pow}(x, p)$ は x の p 乗の値を意味している。A、Bの値は次の各式によって求められる。

【0103】

$$\text{SUPPLY_BYTES} = \text{USB_BYTES} - \text{TOTAL_HEADER} \quad (21)$$

$$\text{DIFFICULTY_SUM} = \sum \text{difficulty} \quad (22)$$

$$B = \text{GOP_MINBYTES} \quad (23)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B \times n \quad (24)$$

$$A = (\text{SUPPLY_BYTES} - B \times n) / \Sigma \text{pow}(x, p) \quad (25)$$

$$\text{gop_target} = A \times \text{pow}(\text{gop_diff}, p) + B \quad (26)$$

$$m = \text{AVERAGE_RATE} / \text{MAXRATE} \quad (27)$$

$$p = 0.8 \quad (0 \leq m < 0.5) \quad (28)$$

$$p = -1.2 \times m + 1.4 \quad (0.5 \leq m \leq 1) \quad (29)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (30)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (31)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (32)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (33)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (34)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (35)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (36)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (37)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (38)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (39)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (40)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (41)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (42)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (43)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (44)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (45)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (46)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (47)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (48)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (49)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (50)$$

$$\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) + B' \quad (51)$$

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - A \times \text{pow}(\text{Dmax}, p) \quad (52)$$

$$\Sigma y = A \times \Sigma \text{pow}(x, p) + B' \times n \quad (53)$$

19

20

$$\Sigma y = A \times (\Sigma \text{pow}(x, p) - \text{pow}(D, p) \times n) + \text{GOP_MAXBYTES} \times n \quad \dots (3.0)$$

ここで、 $\Sigma y = \text{SUPPLY_BYTES}$ 、 n はGOPの総数である。【0111】よって、

$$A = (\text{SUPPLY_BYTES} - \text{GOP_MAXBYTES} \times n) / (\Sigma \text{pow}(x, p) - \text{pow}(D_{\text{max}}, p) \times n) \quad \dots (3.1)$$

となる。

$$B' = \text{GOP_MAXBYTES} - \text{pow}(D_{\text{max}}, p) \times (\text{SUPPLY_BYTES} - \text{GOP_MAXBYTES} \times n) / (\Sigma \text{pow}(x, p) - \text{pow}(D_{\text{max}}, p) \times n) \quad \dots (3.2)$$

となる。

【0113】図15のC4は、上記(3.1)、(3.2)式で表される符号化難易度に対するターゲット量の特性例である。上記 p をC3と同じにしているが、 B の値を100kとして増加させた例である。C3よりもさらに傾きが小さくなることわかる。

【0114】これらの評価関数を用いた場合の余りビット配分の評価関数も同様に求められる。 gop_diff から各

$$\text{pow}(D, p) = (\text{GOP_MAXBYTES} - B) / A$$

$$0 = Q \times \text{pow}(D, p) + R \text{ より}$$

$$R = Q \times \text{pow}(D, p)$$

$$Y' = Q \times (\text{pow}(x, p) - \text{pow}(D, p)) \quad (\text{ただし、} 0 \leq x \leq D) \quad \dots (3.5)$$

$$\Sigma y' = Q \times (\Sigma \text{pow}(x, p) - \text{pow}(D, p) \times n') \quad \dots (3.6)$$

が得られる。

【0116】ここで、 $\Sigma y' = \text{RECYCLE_BYTES}$ である。また、 $\Sigma \text{pow}(x, p)$ は gop_diff が D 未満で、かつ再配分が許

$$Q = \text{RECYCLE_BYTES} / (\Sigma \text{pow}(x, p) - \text{pow}(D, p) \times n') \quad \dots (3.7)$$

となる。

$$\text{GOP_TARGET_ADD} = Q \times (\text{pow}(\text{gop_diff}, p) - \text{pow}(D, p)) \quad \dots (3.8)$$

さらに、GOP内の各ピクチャーの再ターゲットビットの

$$\text{target_add}(k) = \text{GOP_TARGET_ADD} \times \text{diffuculty}(k) / \text{GOP_diff} \quad (1 \leq k \leq \text{GOP 内の picture 数}) \quad \dots (3.9)$$

となる。

【0119】図17～図20、及び図21、図22に適応的な評価関数を用いた場合の、AVERAGE_RATEと余り量の関係を示した。

【0120】図17は低ビットレート時に、適応型評価関数として、 $Y = A \times \text{pow}(x, p) + B$ を用いて、小さい gop_diff により多くのターゲットを割り当てている例を示している。図18は上記図17に対して、余りビットを再配分した例を示している。

【0121】図19は高ビットレート時に、上記 $Y = A \times \text{pow}(x, p) + B$ を用いて、小さい gop_diff により多くのターゲットを割り当てている例を示している。図20は上記図19に対して、余りビットを再配分した例を示している。

【0122】また、図21は、図19の B の値を大きくした場合であり、図22は上記図21に対して、余りビットを配分した例を示している。

【0123】どちらの場合でも高ビットレートの条件下での評価関数の傾きが緩やかなため、余りビット量が従来方式と比べて少ない。余りビットをすべて再配分した後の差も小さいため、先に説明した逆転現象が発生にく

【0112】また、

GOPごとのリサイクルビットの再配分量 gop_target を、求める関数を、

$$Y' = Q \times \text{pow}(x, p) + R$$

とする。

【0115】また、再配分が禁止されているGOPは対象から削除する。GOP_MAXBYTESとなる最小の gop_diff を D とすると、 $\text{GOP_MAXBYTES} = A \times \text{pow}(D, p) + B$ より

$$\dots (3.3)$$

$$\dots (3.4)$$

$$\dots (3.5)$$

$$\dots (3.6)$$

可されているGOPの $\text{pow}(\text{gop_diff}, p)$ の和である。

【0117】よって、

【0118】各GOPターゲットの調整量は、

$$\dots (3.8)$$

分配量は、

$$\dots (3.9)$$

くなる。また、従来方式よりも少ないリサイクルのループ回数で、ビット配分計算を収束させることが可能となる。

【0124】なお、本発明に係る画像符号化方法及び装置によって符号化されたビデオデータを記録している、例えば上記D.V.Dのような記録媒体は、目標ビット総量と符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係により適応的に計算し、計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められた余りビット量を上記ビデオ情報に再配分して得られたビデオデータを記録していることになる。このため、この記録媒体を再生すると、高画質のビデオ情報を再生できる。

【0125】また、本発明に係る画像符号化方法及び装置によって符号化されたビデオデータを伝送する際にも、高ビットレート時のビデオデータを、ビット利用率を上げて伝送することができるので、受信側では高画質のビデオ情報を受信できる。

【0126】

【発明の効果】本発明に係る画像符号化方法は、エンコ

30

40

50

ードの目標とする平均レートとビデオシステムとして制限される最大レートとの関係に応じて適応的にビット配分の計算を換えるので、高ビットレート時のビット利用効率をあげることができ、画質の改善が実現できる。

【0127】また、デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、余りビット量を再配分するので、余りのリサイクルループでの収束性が改善される。

【0128】また、ビデオ情報に再配分する1サイクル当たりの余りビット量に上限を設けるので、ビット配分量の調整幅が小さくなり、簡単な画像に多くのレートを 10 配分するという逆転減少を防ぐことができる。

【0129】また、本発明に係る画像符号化装置は、ビット配分計算手段でのビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御させるので、余りビット量の発生を削減することができ、高ビットレート時のビット利用効率を上げることができ、画質の改善が実現できる。

【0130】また、ビット配分計算手段が、デコードバッファ制限が実行された区間を除く区間に対して、余り 20 ビット量を再配分する。このため、デコードバッファ制限が施された区間には、余りビット量が再配分されることがなくなり、リサイクルループでの収束性が改善される。

【0131】また、ビット配分計算手段が、ビデオ情報に1サイクル当たりに再配分する余りビット量に上限を設けるので、ビット配分量の調整幅が小さくなり、ビット配分量の調整幅が小さくなり、簡単な画像に多くのレートを配分するという逆転減少を防ぐことができる。

【0132】また、本発明に係る記録媒体は、目標ビット総量と符号化難易度に基づいてビデオ情報に配分するビット量を、予め許容されている符号化処理の平均レート及び最大レートとの関係により適応的に計算し、計算された配分ビット量の総和と、上記目標ビット総量の差として求められた余りビット量を上記ビデオ情報に再配分したビデオデータを記録しているので、再生時には高画質のビデオデータを提供できる。

【0133】また、本発明に係る画像伝送方法は、少なくともビット配分工程でのビデオ情報に対するビット配分処理を、予め許容されている符号化処理の平均レート 40 及び最大レートとの関係に基づいて適応的に制御してから得られたビデオデータを伝送するので、受信時には高画質のビデオデータを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像符号化方法及び装置の実施の形態となるビデオエンコードシステムのブロック図である。

【図2】上記図1に示したビデオエンコードシステムで、GOP1、GOP2の内、VBV計算時にVBVバッファ制限が実行されたGOP2の範囲を示す図であ

る。

【図3】上記図2に示したGOP2の範囲を再配分禁止区間とした例を示す図である。

【図4】上記図1に示したビデオエンコードシステムによるビット配分計算処理での余りビットのリサイクル量の制限を説明するための図である。

【図5】リサイクル量を制限しないで行う余り配分の例で、余りビット配分前の状態を示す図である。

【図6】リサイクル量を制限しないで行う余り配分の例で、余りビット配分後の状態を示す図である。

【図7】リサイクル量を制限しないで行う余り配分の例で、VBV制限処理後の状態を示す図である。

【図8】上記ビデオシステムでリサイクル量を制限する際の、余りビット配分前の状態を示す図である。

【図9】上記ビデオシステムでリサイクル量を制限した状態で、余りビットを配分した後の状態を示す図である。

【図10】上記図9に示した状態に対して、VBV制限処理を施した後の状態を示す図である。

【図11】従来方式のビデオエンコードシステムで用いる評価関数によりビット配分を行った具体例で、低ビットレート時の状態を示す特性図である。

【図12】上記図11で余ったビットを再配分した後の状態を示す特性図である。

【図13】従来方式のビデオエンコードシステムで用いる評価関数によりビット配分を行った具体例で、高ビットレート時の状態を示す特性図である。

【図14】上記図13で余ったビットを再配分した後の状態を示す特性図である。

【図15】本発明の実施の形態であるビデオエンコードシステムで余りビットを出さないようにするために、適応的に換えて用いる評価関数の例を示す特性図である。

【図16】上記図15で示した評価関数で用いるPの値を示す特性図である。

【図17】低ビットレート時に、適応型評価関数として、 $Y=A \times \text{pow}(x, p)+B$ を用いて、ビット配分した例を示す特性図である。

【図18】上記図17に示す特性図に対して、余りビットを再配分した例を示す特性図である。

【図19】高ビットレート時に、適応型評価関数として、 $Y=A \times \text{pow}(x, p)+B$ を用いて、ビット配分した例を示す特性図である。

【図20】上記図19に示す特性図に対して、余りビットを再配分した例を示す特性図である。

【図21】上記図19に示した特性に対して、Bの値を大きくした場合を示す特性図である。

【図22】上記図21に示した特性に対して、Bの値を大きくした場合を示す特性図である。

【図23】従来のビデオエンコードシステムのブロック図である。

【図24】GOP構造を説明するための図である。

【図 25】上記図 23 に示した従来のビデオエンコードシステムの全体的な動作を説明するためのフローチャートである。

【図 26】上記図 23 に示した従来のビデオエンコードシステムによって実行されるビット配分計算を概略的に説明するためのフォーマット図である。

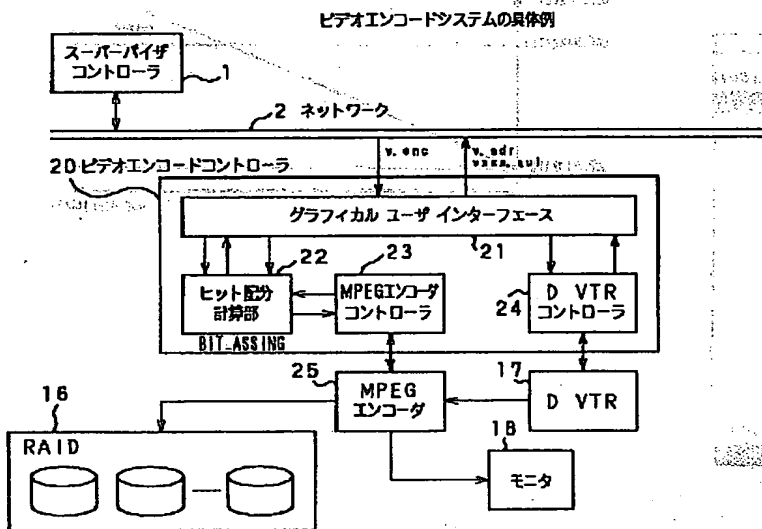
【図27】図26で説明したビット配分計算処理プログラムを詳細に示したフローチャートである。

【図 28】上記従来のビット配分計算処理プログラムを実行する際に用いられる GOP 単位の評価関数の特性例を示す図である。

【図 29】仮想デコーダのバッファ残量計算を説明するための図である。

【図 30】上記従来のビット配分計算処理プログラムを実行する際の GOP 単位でのターゲットビット配分計算をおこなった例を示す図である。

【図 1】



24

【図 3 1】上記従来のビット配分計算処理プログラムを実行する際の評価関数を表す図である。

【図 3 2】上記図 3 1 で得られた余り量を示す評価関数を表す図である。

【図33】 余りビットを配分するときの問題点を説明するために用いる図であり、余りビット配分前を表す図である。

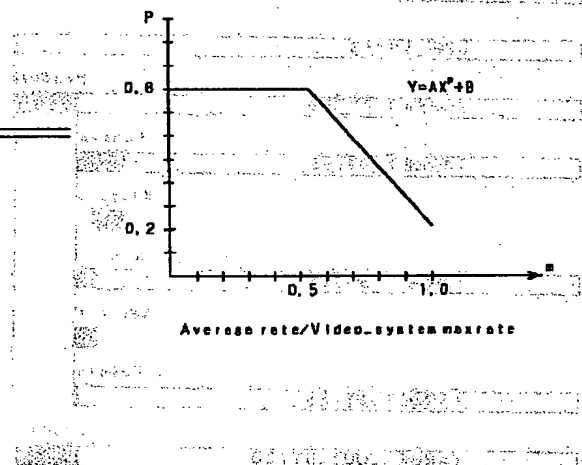
【図34】 余りビットを配分するときの問題点を説明するために用いる図であり、余りビット配分の直後を表す図である。

【図35】 余りビットを配分するときの問題点を説明するために用いる図であり、VBV制限処理後を表す図である。

【符号の説明】

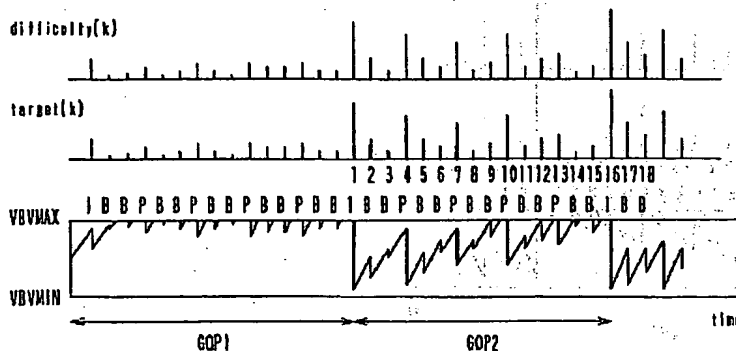
20 ビデオエンコードコントローラ、22 ビット配
分計算部、23 MPEGエンコードコントローラ、2
5 MPEGエンコーダ

【图 16】



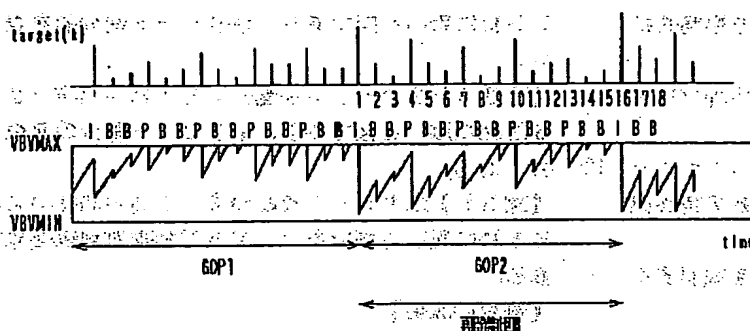
【図 2】

余りピット配分前

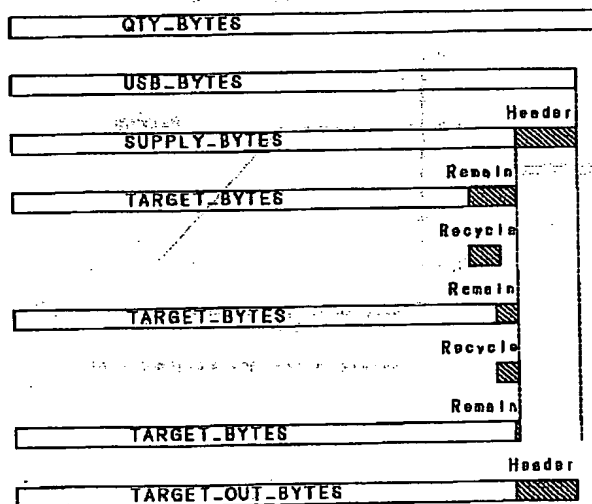


【図 3】

余リビット配分後(再配分禁止フラグ使用)

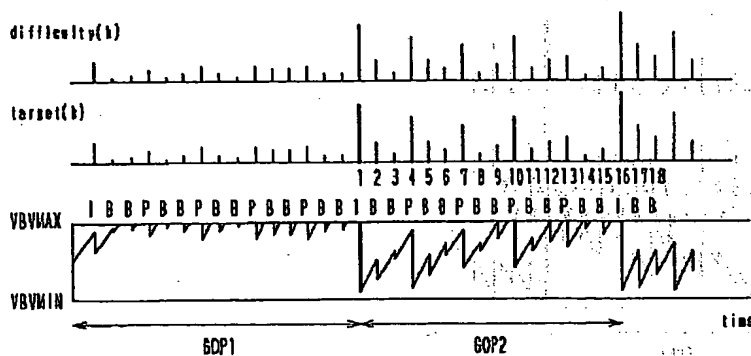


【图 4】

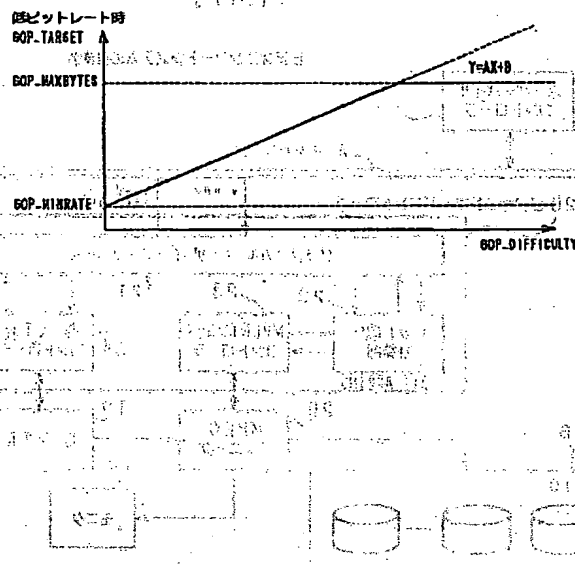


【図5】

余リビット配分前

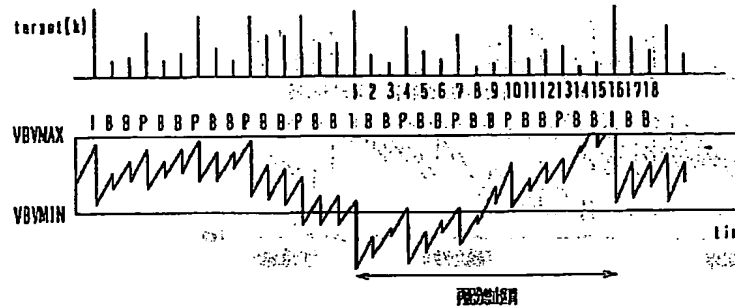


【图 1-1】



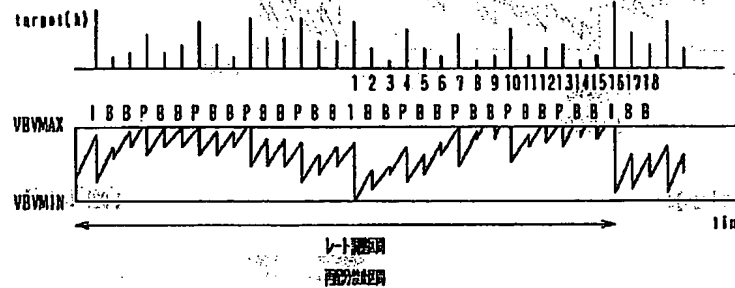
【図 6】

余リビット配分の直後 (リサイクルビット量の上昇なし)



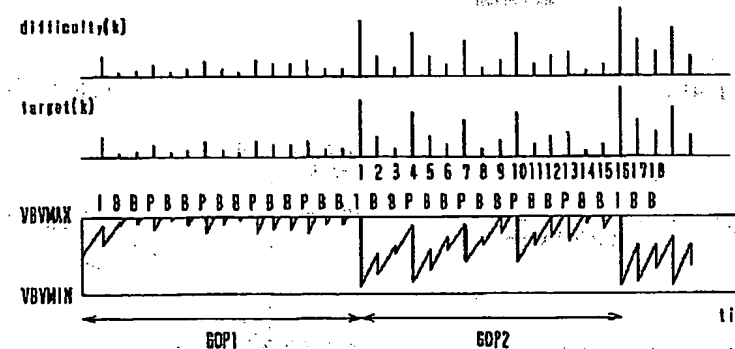
【図 7】

VBV調整直後



【図 8】

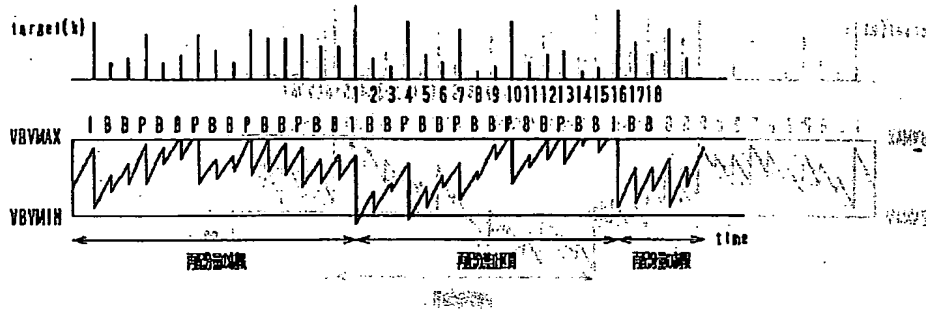
余リビット配分



【図 9】

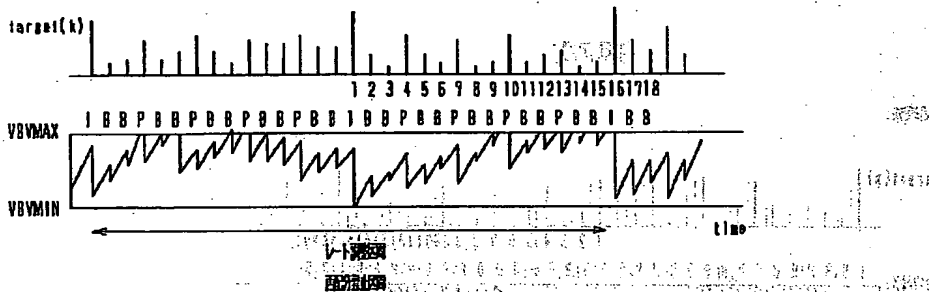
【図 9】

余りビット配分の直後 (リサイクルビット量の上限あり)



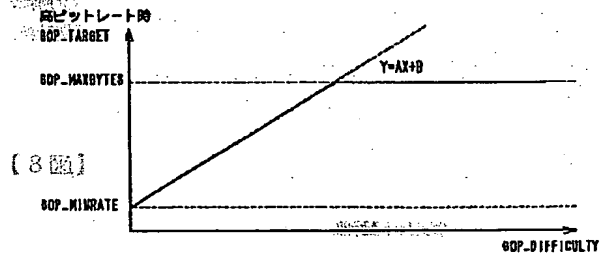
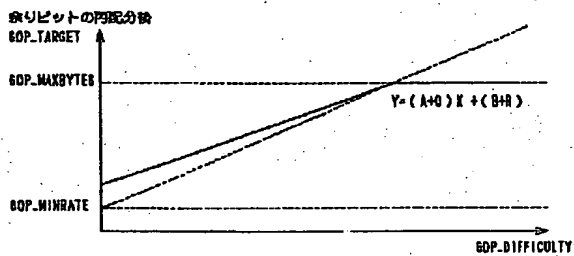
【図 10】

VBV制限処理後



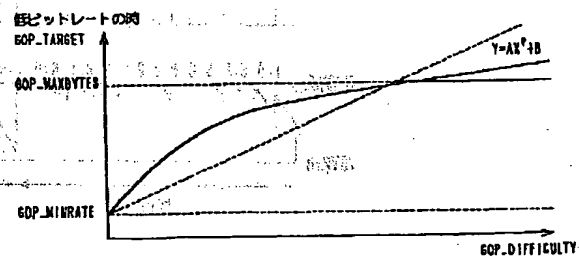
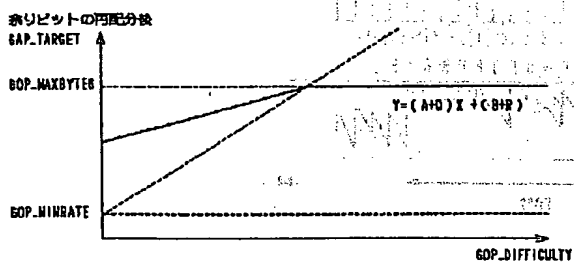
【図 11】

【図 13】

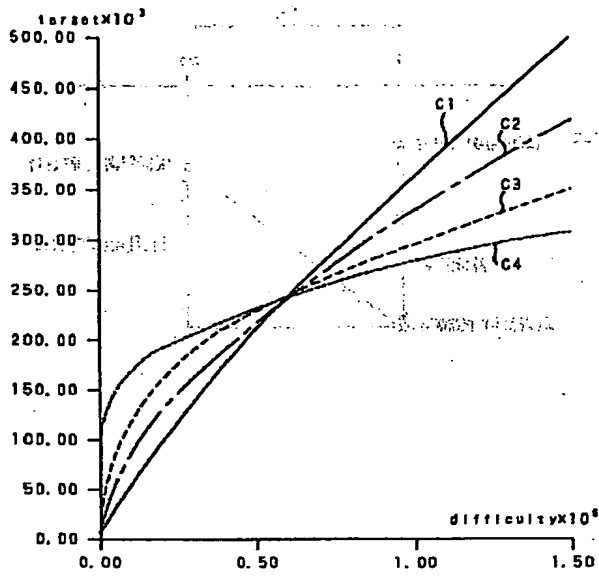


【図 12】

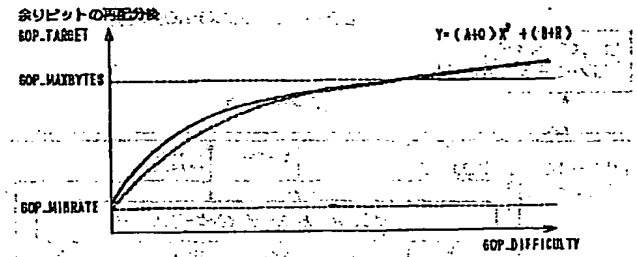
【図 17】



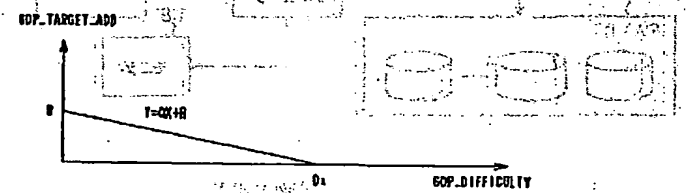
【図15】



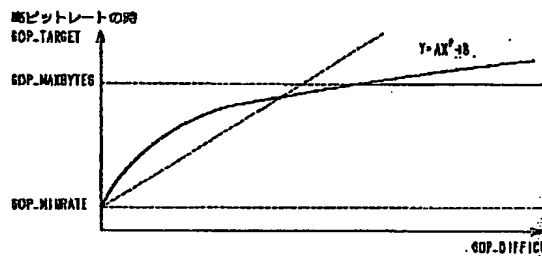
【図18】



【図32】



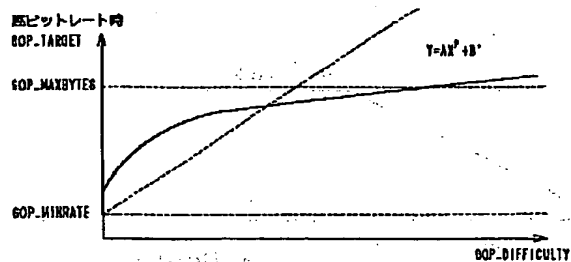
【図19】



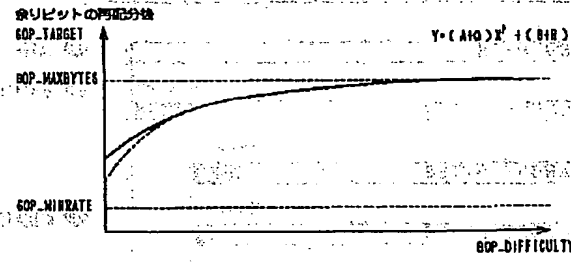
【図20】



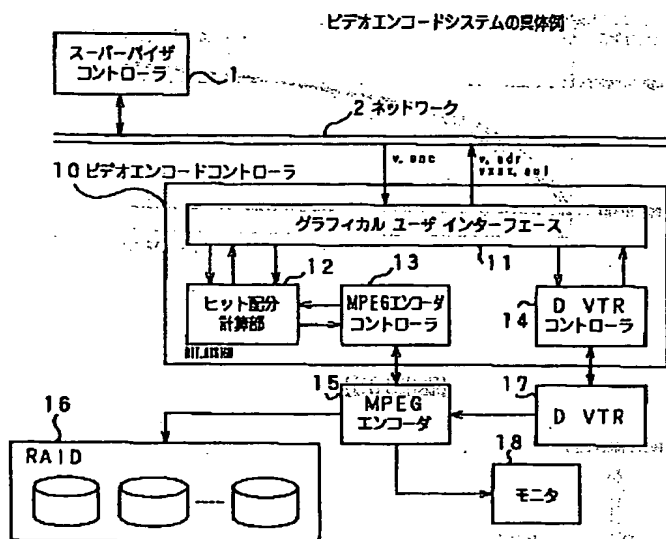
【図21】



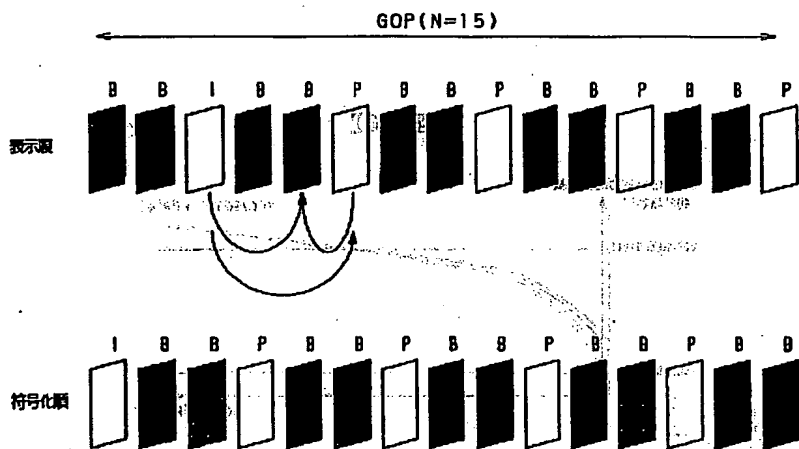
【図22】



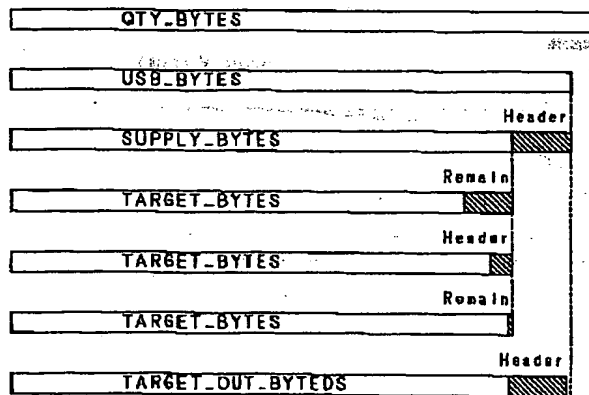
【図23】



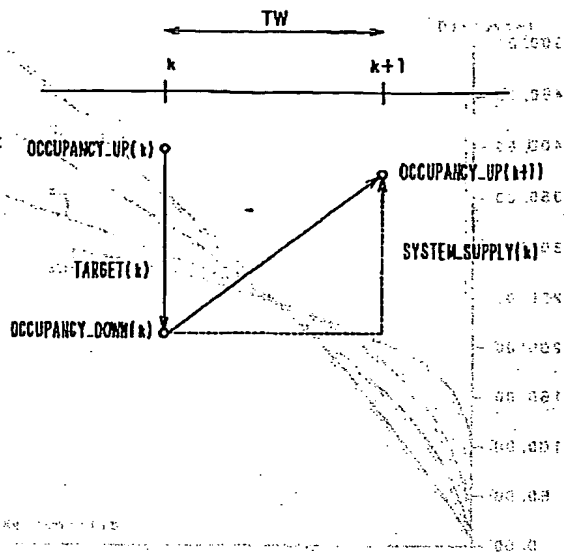
【図24】



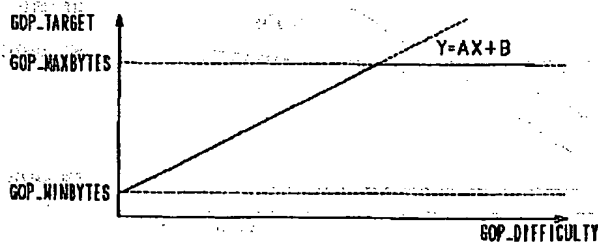
【図26】



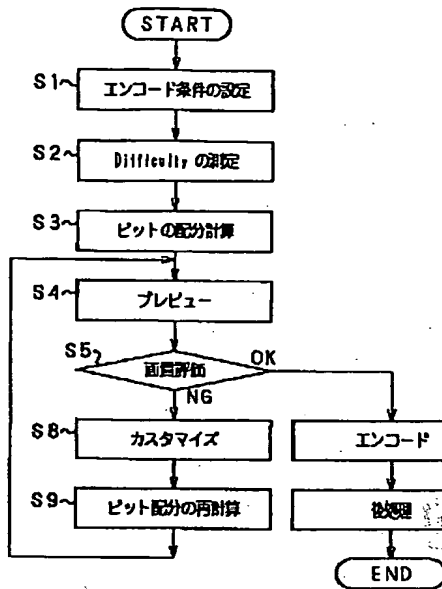
【図29】



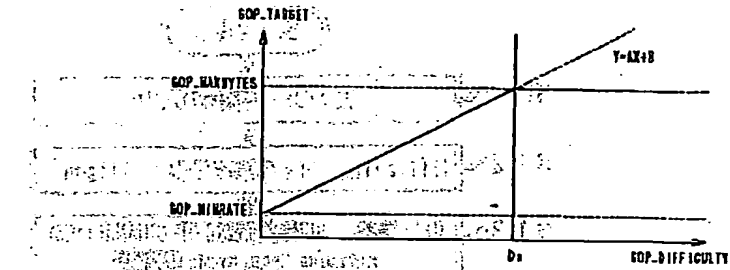
【図28】



【図 25】

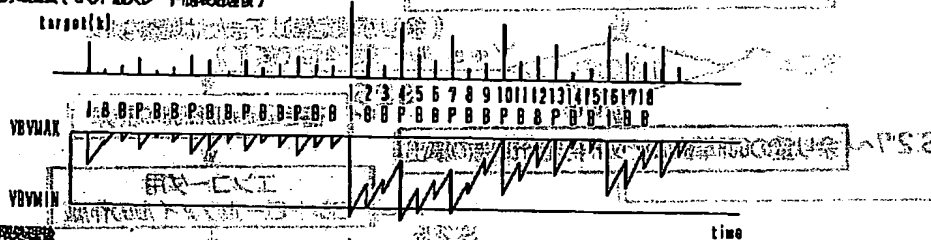


【図 31】

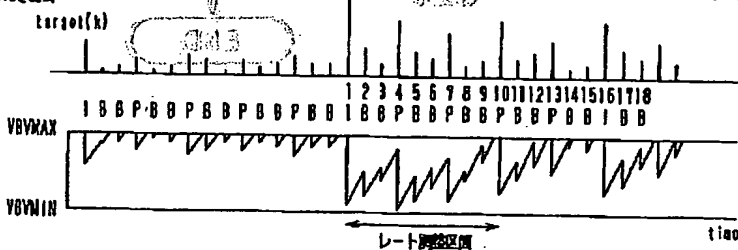


【図 30】

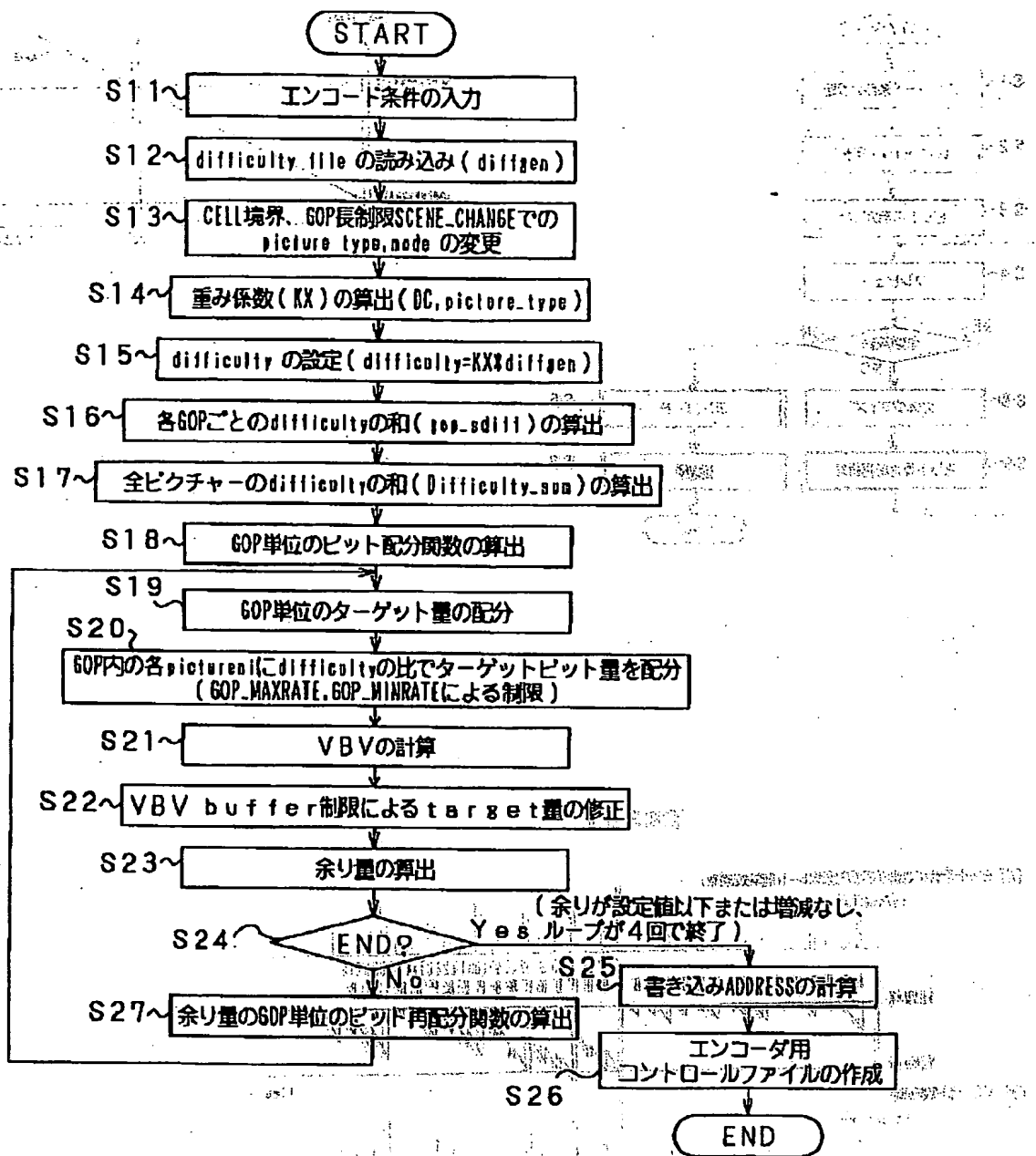
(A) ビット配分の直後 (GOP最大レート制限処理後)



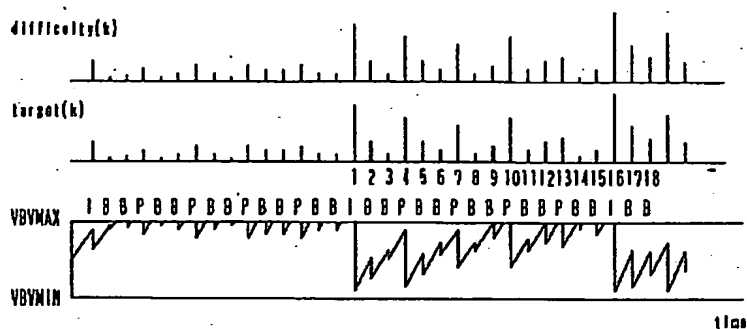
(B) VBV制限後



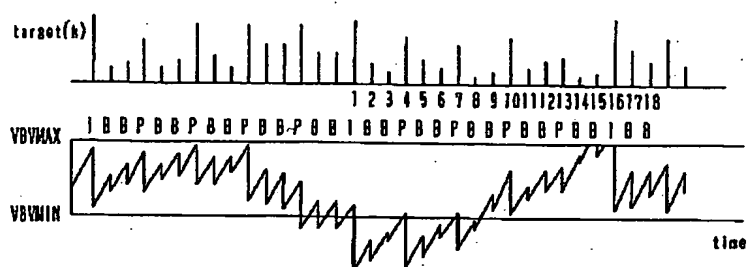
【図27】



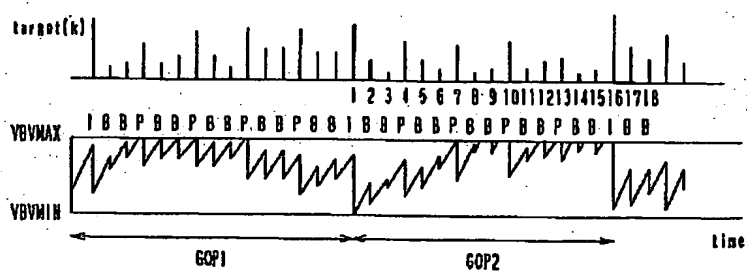
余リビット配分



余リビット配分の直後(リサイクルビット量の上限なし)



V B V 数据类型转换



総リット田の割合

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.